

Die Chilopoden, Diplopoden und Carabiden unterschiedlich genutzter Waldflächen bei Bentheim (Südwest-Niedersachsen): Vergleich eines Wirtschaftshochwaldes mit zwei ehemaligen Hudeflächen*

Elke Vossel & Thorsten Aßmann

Abstract: Chilopoda, Diplopoda, and Carabidae of two formerly grazed woodland areas (wood pasture) and an adjacent planted even-aged stand of oak-hornbeam forest in the „Bentheimer Wald“ near Bad Bentheim (southwestern part of Lower Saxony) are studied by pitfall traps after Barber and the extraction of soil and litter samples with a Kempson bowl extractor. The formerly grazed woodland areas are best characterized as a *Stellario-Carpinetum periclymenetosum*. The planted forest constitutes, due to drainages, a transition between the *Stellario-Carpinetum* and the *Lonicero-Fagetum*. For all three animal groups, the number of detected species is greater in the wood pasture areas than in the planted forest stand. Apart from the „typical woodland species“, the wood pasture areas are characterized by three additional ecological groups: (1) heliophilous, (2) hygrophilous, and (3) stenotopic species which hardly occur in the planted stand. The Chilopod *Lithobius curtipes* and the Ground Beetle *Abax parallelus* are relic species of ancient woodlands in the lowlands of northwest Germany which live in the study area.

1. Einleitung

Manche Wälder Nordwestdeutschlands zeigen in ihrer heutigen Vegetation noch die Folgen historischer Nutzungsformen, die unter dem Begriff „Hudewirtschaft“ zusammengefaßt werden können (POTT & HÜPPE 1991). Dabei ist das sich heute zeigende Bild dieser ehemaligen Hudelandschaften von den vorherrschenden Standortverhältnissen und besonders von Art, Dauer und Intensität früherer Extensivnutzungen abhängig. Zeugnisse des anthropo-zoogenen Einflusses und der direkten Baumnutzung durch Schneitelung und Kopfabtrieb finden sich reliktiert in einigen Wäldern, die im Volksmund häufig die Bezeichnung „Urwald“ erhielten, obwohl diese Bestände keine natürlichen Verhältnisse widerspiegeln, sondern hochgradig durch die menschliche Nutzung überformt sind.

Ehemalige Hude- und Schneitelwälder unterscheiden sich neben besonderen Wuchsformen einzelner Baum-Individuen von neuzeitlich bewirtschafteten Wäldern durch mehrere Strukturunterschiede (POTT & BURRICHTER 1983): Die ehemals durch Waldweide genutzten Hudegebiete zeigen einen verschiedenartigen und ungleichmäßigen Bestandsaufbau, der einen kleinräumigen Wechsel von Lichtungen und schattigen Partien bedingt. Auch der Aufbau der Strata ist in den ehemaligen Hudewäldern durch eine ausgeprägte und unregelmäßig verteilte Strauchschicht vielgestaltiger. Charakteristisch sind zudem die dorn- und stachelbewehrten Sträucher, unter denen oft *Ilex aquifolium* dominiert. - Welche Auswirkungen solche Strukturunterschiede auf die epigäisch aktive Arthropodenfauna haben, soll eine Frage der vorliegenden Arbeit darstellen.

Für die vorliegende Untersuchung wurden drei wichtige Tiergruppen des Waldbodens gewählt: Chilopoden, Diplopoden und Carabiden. Chilopoden und Carabiden kommen in Waldökosystemen der gemäßigten Breiten in hohen Dichten vor und gehören zu den Hauptbestandteilen der räuberischen Makroarthropoden-Fauna (WEIDEMANN 1972, ALBERT 1982). Diplopoden leben als Streuzersetzer von toter organischer Substanz und

* Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für Biologisch-Ökologische Landesforschung, ABÖL, Nr. 108. Gefördert mit Forschungsmitteln des Landes Niedersachsen.

beeinflussen durch Stimulierung der mikrobiologischen Aktivität indirekt in hohem Maße die Freisetzung von Nährstoffen eines Ökosystems (HOPKIN & READ 1992). Für eine zoozoologische Charakterisierung des Edaphons ehemaliger Hudewälder und forstwirtschaftlich genutzter Hochwälder sollten sich diese Tiergruppen gut eignen.

2. Untersuchungsgebiet und Charakterisierung der Fangstellen

2.1 Untersuchungsgebiet

Der Benthheimer Wald liegt nahe der deutsch-niederländischen Grenze nördlich der Stadt Benthheim und gehört zu den ehemaligen Hudelandschaften des nordwestdeutschen Raumes. In seiner heutigen Bestandsstruktur weist dieses Waldgebiet vielfältige Spuren der früheren Hude mit seinen Nebennutzungen auf (BURRICHTER & POTT 1983, POTT & HÜPPE 1991). Von der 1200 ha großen Fläche, die dieses Waldgebiet bedeckt, zeigen heute jedoch nur noch 75 ha die typischen Verbiß- und Schneitelformen sowie den Strukturreichtum der Strata eines ehemaligen Hudewaldes. Die übrigen Flächen sind forstwirtschaftlich genutzte Wälder und Forsten.

Ungefähr seinen heutigen Umfang wies der Benthheimer Wald auch schon bei der ersten kartographischen Bearbeitung am Ende des 18. Jahrhunderts durch von LeCoq auf. HESMER & SCHRÖDER (1963) sowie POTT & BURRICHTER (1983) führen urkundliche Erwähnungen an, die auf ein hohes Alter dieses Waldgebietes schließen lassen: So wird die erste schriftliche Nachricht über eine landesherrliche Einflußnahme bereits für das Jahr 1415 belegt. Die von ISENBERG (1979) mitgeteilten Pollendiagramme machen zudem wahrscheinlich, daß der Benthheimer Wald wie der benachbarte Eichen-Hainbuchen-Wald „Samerrott“ auch während des Mittelalters immer einen Eichen-Überhälterschirm besessen hat. Erste landesherrliche Maßnahmen für den planmäßigen Holzanbau setzten im 18. Jahrhundert ein. Zu früheren Zeiten förderte man den Laubholzanbau vorwiegend zur Verbesserung der Mast in aufgelichteten Waldbereichen. So wurde lange Zeit *Quercus robur* für die Schweinemast und *Carpinus betulus* aufgrund seiner Regenerationsfähigkeit und Laubqualität für die Schneitelung gefördert (RUNGE & SPECHT 1953, POTT & HÜPPE 1991). Ende des 19. Jahrhunderts ging der Benthheimer Wald in den Privatbesitz des Grafen von Bentheim über. Mit der endgültigen Ablösung der Markennutzungsrechte setzte ein gezielter Waldbau mit planmäßigen Aufforstungen ein.

Pflanzensoziologisch stellt der Benthheimer Wald überwiegend einen Eichen-Hainbuchen-Wald vom Typ des Stellario-Carpinetum dar. Je nach Feuchtigkeit und Nährstoffversorgung lassen sich drei Subassoziationen unterscheiden (POTT & HÜPPE 1991): Das Stellario-Carpinetum pericycymenotum findet sich über typischen Pseudogleyen. Die nährstoffreichsten und feuchtesten Bereiche werden durch das Stellario-Carpinetum stachyetosum gekennzeichnet. Eine intermediäre Stellung ohne Differentialarten nimmt das Stellario-Carpinetum typicum ein. Übergänge zum Fago-Quercetum und echte Fago-Querceten sind besonders dort zu beobachten, wo tiefe Gräben eine Grundwasserabsenkung bewirkten.

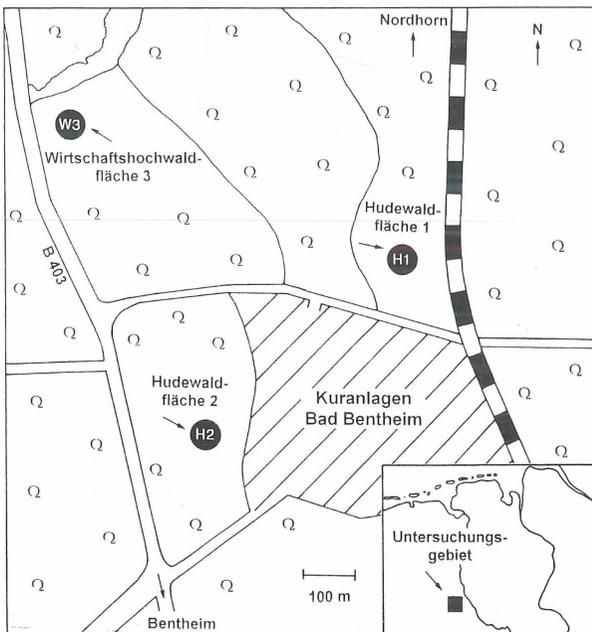


Abb. 1
Lage der Untersuchungsflächen im Benthheimer Wald und Lage des Untersuchungsgebietes in Nordwestdeutschland.

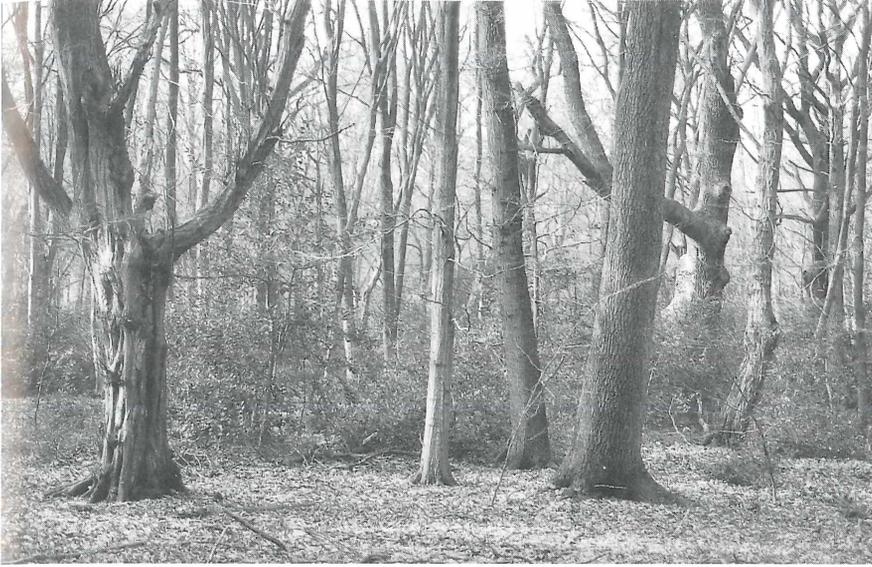


Abb. 2 Hudewaldfläche H2, 1995. Deutlich sind die ausgeprägte Strauchschicht und der ungleichaltrige Aufbau der Baumschicht zu erkennen.



Abb. 3 Wirtschaftshochwaldfläche W3, 1995. Die strukturelle Armut und gering entwickelte Strauchschicht sind auffällig.

2.2 Charakterisierung der Fangstellen

Die 3 ausgewählten Fangstellen liegen in der näheren Umgebung der Kuranlagen (Abb. 1). Die Fangstellen H1 und H2 stellen ehemalige Hude- und Schneitelwaldflächen dar. Noch heute zeichnen sich beide Untersuchungsflächen durch einen verschiedenaltrigen und ungleichmäßigen Bestandsaufbau der Baumarten und -individuen sowie durch eine reich entwickelten Strauchschicht aus (Abb. 2). Besonders markante Zeugnisse ehemaliger Schneitelnutzungen stellen in diesen Bereichen die *Carpinus*-Schneitelbäume dar, die infolge der Nutzungsaufgabe ausgewachsen sind. Der Wirtschaftshochwald W3 wird dagegen durch die heutige forstliche Nutzung geprägt: Die bestandsbildenden Baumindividuen sind weitgehend gleichaltrig, und die Strauchschicht ist nur schwach entwickelt (Abb. 3).

Pflanzensoziologisch müssen die beiden Hudewaldflächen H1 und H2 als Stellario-Carpinetum periclymenetosum bezeichnet werden (Tab. 1), das auf mässig bis schwach saurem, staufeuchtem bis staunassem Lehm Boden mit Pseudogleyen stockt. Der Wirtschaftshochwald W3 stellt dagegen ein ehemaliges Stellario-Carpinetum dar, das durch Entwässerung sich in Richtung auf ein Lonicer-Fagetum entwickelt (vgl. POTT & HÜPPE 1991): Das völlige Fehlen von *Carpinus betulus* und die Dominanz von *Fagus sylvatica* sind als Hinweise auf eine effektive und bereits seit langer Zeit andauernde Drainagewirkung der Gräben zu deuten.

3. Methoden

3.1 Barber-Fallen

Zum Fang der epigäisch aktiven Chilopoden, Diplopoden und Carabiden wurden Barber-Fallen mit einer Ethanol-haltigen Fangflüssigkeit eingesetzt (40 % Ethanol, 20 % Glycerin, 10 % Essigsäure, 30 % Wasser, nach RENNER 1980). Geringe Mengen eines Entspannungsmittels wurden zur Herabsetzung der Oberflächenspannung hinzugefügt. Um den Fang von Kleinsäugern und Amphibien zu vermeiden, erfolgte eine Überspannung der Öffnung mit einem Maschendraht (Maschenweite: 30 x 25 mm). Zum Schutz vor Regen und Laubverwehungen wurden die Bodenfallen mit einer Petrischale überdeckt, die in ca. 4 cm Höhe mit Draht befestigt war. In jeder der 3 Untersuchungsflächen kamen 8 Fallen zum Einsatz, die in einem 14-tägigen Rhythmus vom 08.04. bis 09.09.1993 geleert und jeweils mit neuer Fangflüssigkeit beschickt wurden.

3.2 Hitzeextraktion von Bodenproben (nach Kempson)

Zur quantitativen Erfassung der untersuchten Makrofauna des Waldbodens erfolgte eine monatliche Entnahme von Bodenproben mit einem Stechzylinder (beprobte Fläche: 325 cm²). Die Probentiefe betrug ca. 15 cm. Im Juni, Juli und September 1993 wurden je 6 Probenahmen an jeder Fangstelle durchgeführt. Im August konnten zusätzlich auch 6 Bodenproben aus dem Wirtschaftshochwald analysiert werden.

Zur Auslese der Bodenmakrofauna in den Bodenproben diente die Hitzeextraktion in einer Kempson-Apparatur (Firma Behre). Bei diesem dynamischen Verfahren wird das Fluchtverhalten der Tiere vor Trockenheit und Hitze ausgenutzt. Funktion und Eignung dieses Auslesegerätes sind von MÜHLENBERG (1993) beschrieben. Als Konservierungsflüssigkeit unter den Bodenproben wurde 0,2 %ige Benzoesäure eingesetzt. Während der 12-tägigen Extraktion wurde die Lufttemperatur, der die Proben ausgesetzt waren, von anfangs ca. 20°C bis 60°C vom 7. bis 12. Tag sukzessiv gesteigert (zum genauen Temperaturverlauf siehe FRÜND 1983).

Im April und Mai erfolgte eine Auslese der Bodenproben vor einem weißen Untergrund mit Hand. Diese Fänge fanden keinen Eingang in die quantitativen Auswertungen. Wurden dabei Arten an einer Fangstelle festgestellt, wo mit den anderen beiden Methoden kein Nachweis erfolgt ist, wird dies in den Tabellen kenntlich gemacht.

3.3 Determination und Nomenklatur

Die Determinationstabellen von VERHOEFF (1937) und EASON (1964, 1982) wurden für die Chilopoden, die von SCHUBART (1934) und BLOWER (1985) für die Diplopoden und die von LINDROTH (1974), FREUDE (1976) und LOMPE (1989) für die Carabiden genutzt. Die Nomenklatur richtet sich ebenfalls nach diesen Werken. Für *Necrophloeophagus longicornis* (LEACH) wurde als älteres Synonym *Necrophloeophagus flavus* (DE GEERS 1778) nach BARBER & KEAY (1988) übernommen. Die Determination der Chilopoden und Diplopoden überprüfte freundlicherweise Herr Dr. H.-C. FRÜND, Osnabrück.

3.4 Daten-Analyse

Berechnung mittlerer Fangraten

Die eingesetzten Barber-Fallen wurden in 14-tägigem Rhythmus geleert. Bei den elf Fangintervallen gab es Ausfälle einzelner Fallen. Deshalb erfolgte zur besseren Vergleichbarkeit der Fangergebnisse die Berechnung mittlerer Fangraten (M_{Fr}) nach folgender Formel:

$$M_{Fr} = \frac{A \cdot S \cdot T}{\sum_{i=1}^k X_i \cdot i}$$

wobei:

A = Anzahl gefangener Individuen einer Art in S Fallen,

S = Anzahl aufgestellter Fallen,

T = Anzahl der Fangperioden, in der die Fläche untersucht wurde,

x_i = Anzahl der auswertbaren Fallen in den Fangintervallen i,

i (i = 1, ..., k) = Anzahl der Fangintervalle.

Die mittlere Fangrate gibt an, wie viele Individuen durchschnittlich in den aufgestellten Fallen innerhalb einer Fangperiode gefangen wurden.

Shinozaki-Kurven

Um Informationen über die qualitative und quantitative Struktur der untersuchten Taxozönosen zu erhalten, wurden Artenzahl-Erfassungseinheiten-Beziehungen nach der „rarefaction-Methode“ ermittelt. Für den Erwartungswert S(q) bei diskreten Probenahmen gibt Shinozaki (1963, zitiert nach ACHTZIGER et al. 1992) eine Berechnungsmöglichkeit:

$$s(q) = \sum_{i=1}^S \mathbf{1} - \frac{\left[\frac{Q - a_i}{q} \right]}{\left[\frac{Q}{q} \right]}$$

wobei:

S(q) = zu erwartende Artenzahl für q = 1, 2, 3...Q,

q = Erfassungseinheit (1, 2, 3...Q),

a_i = Anzahl an Erfassungseinheiten, in denen die Art i vorkommt (festgestellte Artenfrequenz),

S = festgestellte Gesamtartenzahl.

Aufgrund dieser Formel läßt sich eine Shinozaki-Kurve ermitteln, wenn S(q) gegen q aufgetragen wird.

4. Ergebnisse

4.1 Artenspektrum und Abundanzen

Chilopoda

In Tab. 1 sind die Ergebnisse der Barber-Fallenfänge in den drei Untersuchungsflächen für die Chilopoden wiedergegeben. Nur 6 Arten konnten mit dieser Methode nachgewiesen werden. Durch den Einsatz der Hitzeextraktion von Bodenproben erhöhte sich die Gesamtartenzahl auf insgesamt 11 Arten (Tab. 2). Die Geophilomorpha (*Brachygeophilus truncorum*, *Strigamia acuminata*, *Schendyla nemorensis* und *Necrophloeophagus flavus*) sind aufgrund ihrer vorwiegend endogäischen Lebensweise mit den Boden-

Tab. 1 Mittlere Fangraten der Chilopoden und Diplopoden (zur Berechnung der Fangraten vgl. Kap.3.4). *: durch Bodenproben nachgewiesene Arten. 1: Juvenile Individuen (juv.) der ersten Stadien sind nicht sicher bis zur Art bestimmbar. Bei den Chilopoden fehlten zwei Adulti die Endbeine. Eine Determination war deshalb in diesen Fällen nicht möglich.

Fangstelle	H1	H2	W3
Artenzahl Chilopoda (B)	5	6	4
Artenzahl Diplopoda (B)	8	6	4
Chilopoda			
<i>Lithobius dentatus</i> C. L. KOCH, 1844	2,0	3,7	3,6
<i>Lithobius crassipes</i> L. KOCH, 1862	0,4	0,5	0,6
<i>Lithobius forficatus</i> (LINNÉ, 1758)	0,7	1,5	1,4
<i>Lithobius piceus</i> L. KOCH, 1862	0,2	0,2	0,1
<i>Lithobius curtipes</i> C. L. KOCH, 1847	0,2	0,7	.
<i>Lithobius calcaratus</i> C. L. KOCH, 1847	.	0,2	.
<i>Lithobius agilis</i> C. L. KOCH, 1847	*	.	.
<i>Brachygeophilus truncorum</i> MEINERT, 1867	*	*	*
<i>Strigamia acuminata</i> (LEACH, 1814)	*	*	*
<i>Schendyla nemorensis</i> (C. L. KOCH, 1847)	*	*	*
<i>Necrophloeophagus flavus</i> (DE GEERS, 1778)	*	.	.
<i>Lithobius</i> sp./juv. indet.	.	0,3	0,1
Diplopoda			
<i>Glomeris marginata</i> (VILLERS, 1789)	4,5	10,9	11,1
<i>Julus scandinavicus</i> LATZEL, 1884	1,2	1,9	0,8
<i>Polydesmus denticulatus</i> C. L. KOCH, 1847	0,9	0,8	0,7
<i>Ophiulus pilosus</i> (NEWPORT, 1842)	0,3	0,1	.
<i>Cylindroiulus punctatus</i> (LEACH, 1815)	0,4	0,2	0,6
<i>Craspedosoma rawlinsii</i> LEACH, 1815	0,2	0,2	.
<i>Tachypodoiulus niger</i> (LEACH, 1815)	0,2	.	.
<i>Cylindroiulus nitidus</i> (VERHOEFF, 1891)	0,1	.	.
Julidae juv. indet. ¹	0,1	.	.

fallen erwartungsgemäß nicht erfaßt worden. Mit beiden Methoden wurden Arten gefangen, die mit der jeweils anderen alleine nicht gefangen wurde (Barber-Fallen: *Lithobius piceus*, *Lithobius calcaratus*; Quadratproben: *Lithobius agilis*). Die Hundertfüßer sind in den beiden Hudewaldflächen H1 und H2 mit 10 bzw. 9 Arten artenreicher vertreten als im Wirtschaftshochwald (7 Arten). Bemerkenswert ist das ausschließliche Auftreten von *Lithobius curtipes* im Hudewald.

Tab. 2 In den Bodenproben durch Hitzeextraktion nachgewiesene Chilopoden, Diplopoden und Carabiden (durchschnittliche Anzahl nachgewiesener Individuen/m²). *: durch Barber-Fallen oder Handauslese nachgewiesene Arten. Bei den Laufkäfern wurden nicht alle Arten aufgeführt, die durch andere Methoden nachgewiesen wurden.

Fangstelle Untersuchungszeitraum	H1 VI, VII, IX	H2 VI, VII, IX	W3 VI, VII, VIII, IX
Artenzahl Chilopoda (K)	8	5	5
Artenzahl Diplopoda (K)	5	1	3
Artenzahl Carabidae (K)	2	1	1
Chilopoda			
<i>Brachygeophilus truncorum</i>	19,36	3,47	17,16
<i>Lithobius crassipes</i>	1,84	1,64	3,06
<i>Lithobius dentatus</i>	0,2	0,61	0,76
<i>Strigamia acuminata</i>	0,2	0,2	0,2
<i>Lithobius curtipes</i>	0,2	3,26	.
<i>Schendyla nemorensis</i>	3,47	*	*
<i>Necrophloeophagus flavus</i>	0,61	.	.
<i>Lithobius agilis</i>	0,2	.	.
<i>Lithobius forficatus</i>	*	*	0,45
<i>Lithobius piceus</i>	*	*	*
<i>Lithobius calcaratus</i>	.	*	.
<i>Lithobius sp.</i>	1,83	3,06	0,92
Σ	29,91	12,24	22,55
Diplopoda			
<i>Glomeris marginata</i>	1,22	0,2	0,92
<i>Cylindroiulus punctatus</i>	0,2	*	0,61
<i>Julus scandinavicus</i>	0,2	*	0,16
<i>Cylindroiulus nitidus</i>	0,2	.	.
<i>Tachypodoiulus niger</i>	0,2	.	.
<i>Polydesmus denticulatus</i>	*	*	*
<i>Craspedosoma rawlinsii</i>	*	*	.
<i>Ophiulus pilosus</i>	*	*	.
Julidae juv. indet.	0,2	0,2	.
Σ	2,22	0,4	1,69
Carabidae			
<i>Clivina fossor</i>	0,2	*	.
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	.	0,41	0,16
<i>Notiophilus biguttatus</i>	0,2	.	.
Σ	0,4	0,41	0,16

Die größte Individuendichte an den 3 Fangstellen (bis 19 Individuen/m²) weist der Geophilomorpe *Brachygeophilus truncorum* auf, gefolgt von dem Lithobiomorphen *Lithobius crassipes* (bis 3 Individuen/m²) (Tab. 2). Die anderen Chilopoden bleiben in ihrer Dichte - mit Ausnahme von *Schendyla nemorensis* (in H1) und *Lithobius curtipes* (in H2) - unter einem Individuum/m².

Ein Vergleich der Ergebnisse, die mit den Barber-Fallen und den Bodenproben gewonnen wurden, zeigt deutliche Unterschiede zwischen Abundanzen und „Aktivitätsdichten“: So war z. B. *Lithobius dentatus* in den Barber-Fallen wesentlich häufiger als *Lithobius crassipes* (Quotient $L. dentatus/L. crassipes \geq 4$); *Lithobius crassipes* wurde durch die Hitzeextraktion jedoch häufiger gefangen als *Lithobius dentatus* (Quotient $L. dentatus/L. crassipes \leq 0.37$).

Diplopoda

8 Diplopoden wurden mit den Barber-Fallen nachgewiesen (Tab. 1). Durch den Einsatz der Quadratproben erhöhte sich diese Zahl nicht (vgl. Tab. 2). Im Hudewald H1 konnten

alle 8 Arten, davon zwei nur in Einzelindividuen, nachgewiesen werden. Auch die andere Hudewaldfläche (H2) zeigte mit 6 Arten eine größere Diversität als der Wirtschaftswald W3, in dem nur die 4 Arten festgestellt wurden, die auch in den anderen beiden Flächen vorkommen: *Glomeris marginata* (häufigste Art), *Julus scandinavicus*, *Polydesmus denticulatus* und *Cylindroiulus punctatus*.

Die Ergebnisse der beiden Fangmethoden ergeben ganz ähnliche Dominanzverteilungen.

Carabidae

31 Laufkäfer-Arten wurden bei der vorliegenden Untersuchung im Bentheimer Wald in den Barber-Fallen gefangen (Tab. 3). (In einer dritten Hudewaldfläche, die in dieser Arbeit nicht behandelt wird, konnte zusätzlich *Leistus terminatus* nachgewiesen werden.) Der Einsatz der Bodenproben führte zu keinem zusätzlichen Artnachweis. Die geringen Individuenzahlen bei den Kempson-Extraktionen (Tab. 2) hängen mit den Probennahmen im Sommer zusammen, als die in höheren Dichten vorkommenden kleineren Carabiden nicht mehr aktiv waren.

Tab. 3 Mittlere Fangraten der Carabiden (zur Berechnung der Fangraten vgl. Kap.3.4).

FT: Fortpflanzungstyp, S: Imaginalüberwinterer, A: Larvalüberwinterer, SA: wechselnde Fortpflanzungsverhältnisse. Die Angaben zum Fortpflanzungstyp und zur ökologischen Gruppierung sind u. a. den Arbeiten von BARNER (1937, 1949, 1954), LINDROTH (1945) und DEN BOER (1977) entnommen.

Fangstelle Untersuchungszeitraum Artenzahl		H1 IV - IX 21	H2 IV - IX 27	W3 IV - IX 16
STENOTOPE WALDARTEN				
<i>Abax parallelus</i> (DUFTSCHMID, 1812)	S	1,3	1,0	.
<i>Platynus assimilis</i> (PAYKULL, 1790)	S	0,1	2,9	.
<i>Notiophilus rufipes</i> CURTIS 1829	S	.	.	0,1
EURYTOPE WALDARTEN				
<i>Abax parallelepipedus</i> (PILLER ET MITTERPACHER, 1783)	SA	32,0	32,2	27,2
<i>Carabus problematicus</i> HERBST 1786	A	22,0	18,4	33,8
<i>Carabus purpurascens</i> FABRICIUS, 1787	A	12,6	6,1	9,4
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABRICIUS, 1783)	S	58,4	78,5	71,9
<i>Cychrus caraboides</i> LINNÉ, 1758	A	0,5	.	0,3
<i>Notiophilus biguttatus</i> (FABRICIUS, 1779)	SA	3,6	3,5	1,4
<i>Leistus rufomarginatus</i> DUFTSCHMID, 1812	A	.	0,9	0,2
WÄLDER PRÄFERIERENDE ARTEN				
<i>Pterostichus niger</i> (SCHALLER, 1783)	A	33,7	24,9	13,6
<i>Carabus coriaceus</i> LINNÉ, 1758	A	0,9	0,1	0,3
<i>Harpalus quadripunctatus</i> DEJEAN, 1829	A	.	0,1	0,5
ARTEN DER FEUCHTGEBIETE				
<i>Pterostichus rhaeticus</i> HEER, 1937	S	0,2	5,6	.
<i>Pterostichus strenuus</i> (PANZER, 1797)	S	0,2	1,4	.
<i>Loricera pilicornis</i> (FABRICIUS, 1775)	S	0,1	0,2	.
<i>Pterostichus nigrita</i> (PAYKULL, 1790)	S	0,1	0,1	.
<i>Patrobus atrorufus</i> (STROEM, 1768)	A	.	4,0	.
<i>Pterostichus diligens</i> STURM, 1824	S	.	0,3	.
<i>Trechus secalis</i> (PAYKULL, 1790)	A	.	0,3	.
<i>Bembidion mannerheimi</i> SAHLBERG, 1827	S	.	0,2	.
ARTEN DER KULTURSTANDORTE				
<i>Amara communis</i> (PANZER, 1797)	S	0,1	.	.
<i>Amara similata</i> (GYLLENHAL, 1810)	S	0,1	0,2	.
<i>Bembidion lampros</i> (HERBST, 1784)	S	0,7	0,2	0,1
<i>Harpalus latus</i> (LINNÉ, 1758)	A	0,1	0,1	.
<i>Pterostichus melanarius</i> (LLIGER, 1798)	A	.	5,2	.
<i>Clivina fossor</i> (LINNÉ, 1758)	S	.	0,1	.
<i>Poecilus versicolor</i> (STURM, 1824)	S	.	.	0,1
AUSGESPROCHEN EURYTOPE ARTEN				
<i>Nebria brevicollis</i> (FABRICIUS, 1792)	A	2,9	2,6	0,1
<i>Carabus nemoralis</i> MÜLLER, 1764	S	1,7	1,7	0,9
<i>Carabus granulatus</i> LINNÉ, 1758	S	0,2	0,1	0,3

Die Hudewaldflächen sind mit 27 (H2) bzw. 21 (H1) nachgewiesenen Arten deutlich artreicher als der Wirtschaftshochwald (W3: 17 Arten). Nur 8 Arten sind den 3 Untersuchungsflächen gemeinsam: *Abax parallelepipedus*, *Carabus problematicus*, *Carabus purpurascens*, *Pterostichus niger*, *Carabus coriaceus*, *Nebria brevicollis*, *Carabus nemoralis* und *Carabus granulatus*. 4 Laufkäfer-Arten wurden in den beiden Hudewaldbereichen, aber nicht im Wirtschaftshochwald gefangen: *Abax parallelus*, *Platynus assimilis*, *Pterostichus rhaeticus* und *Amara similata*. Die beiden ausschließlich im Wirtschaftshochwald festgestellten Carabiden stellen Einzelnachweise dar: *Notiophilus rufipes* und *Poecilus versicolor*.

4.2 Rarefaction

Für die Fangstellen und untersuchten Tiergruppen wurden nach der rarefaction-Methode Shinozaki-Kurven erstellt (Abb. 4). Eine deutliche Krümmung im ersten Teil des Kurvenverlaufs ist bei allen Kurven auffällig. Die Kurve für die Chilopoden an der Fangstelle H1 und diejenige für die Diplopoden an der Fangstelle W3 zeigen einen asymptotischen Kurvenverlauf. An diesen Fangstellen sind wahrscheinlich alle oder die meisten Arten der betreffenden Taxa erfaßt. Einen geraden Kurvenverlauf mit weitgehend konstanter Steigung zeigen nach drei, vier Fallen die anderen Shinozaki-Kurven. - Da der Verlauf der dargestellten Kurven insgesamt mit der zugrundeliegenden Arten-Frequenz-Verteilung der untersuchten Zönosen verknüpft ist, kann die Abb. 4 wie folgt gedeutet werden: Die Kurven mit asymptotischer Annäherung repräsentieren Tiergesellschaften, die aus wenigen, häufigen Arten bestehen (Chilopodenfauna an der Fangstelle H1, Diplopodenfauna an der Fangstelle W3). Die anderen Taxozönosen setzen sich aus wenigen weit verbreiteten und häufigen Arten (z. B. *Brachygeophilus truncorum*, *Glomeris marginata*, *Carabus problematicus*, *Pterostichus niger*, *Abax parallelepipedus*) und aus vielen Arten zusammen, die nur in wenigen Individuen (fast immer in einzelnen Fallen) festgestellt wurden (vgl. auch ACHTZIGER et al. 1992).

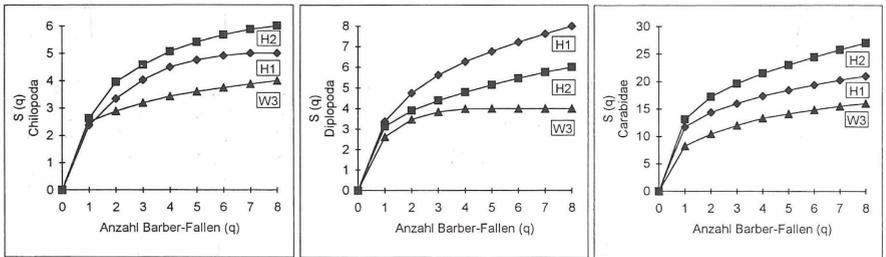


Abb. 4 Shinozaki-Kurven nach den Barber-Fallenfängen.

4.3 Phänologien

Aufgrund der 11 Fangperioden und kontinuierlicher Exposition der Bodenfallen in den Untersuchungsflächen lassen sich konkrete Aussagen zur saisonalen Aktivität machen. Chilopoden zeichnen sich durch ganzjährige Eiablage, mehrjährige Individualentwicklung und innerhalb einer Population variiende Entwicklungszeiten aus (vgl. ALBERT 1983). Für 3 *Lithobius*-Arten konnte FRÜND (1991) jedoch zeigen, daß einige Stadien nur zu bestimmten Jahreszeiten gehäuft auftreten. Eine Tendenz zu einer Jahresperiodizität liegt damit vermutlich auch für diese Gruppe vor. Die bei dieser Untersuchung ermittelten Fanghäufigkeiten sind für eine Analyse der Phänologien zu niedrig.

Für die beiden häufig gefangenen Arten *Glomeris marginata* und *Julus scandinavicus* wurden Aktivitätsdiagramme erstellt (Abb. 5 und 6). An den drei Fangstellen weist *Glomeris marginata* je ein Maximum im Frühjahr und im Spätsommer/Herbst auf. Die geringen Unterschiede im Kurvenverlauf können durch die niedrigen Fangzahlen bedingt sein. Für *Julus scandinavicus* wurde aufgrund der geringen Fangzahlen das Aktivitätsphänogramm für die einzelnen Untersuchungsflächen H1, H2 und W3 zusammengefaßt. Diese Art zeigt ein ausgeprägtes Aktivitätsmaximum in der dritten Fangperiode

(06.05.-20.05.). Nach der sechsten Fangperiode (17.06.-01.07.) sinkt die Fangzahl stetig. In den letzten beiden Fangperioden (12.08.-09.09.) wurden keine Tiere mehr gefangen.

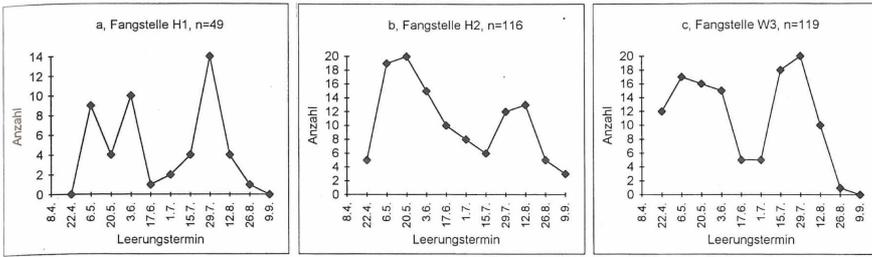


Abb. 5 Aktivitätsphänogramme von *Glomeris marginata* für die Fangstellen H1 (a), H2 (b) und W3 (c).

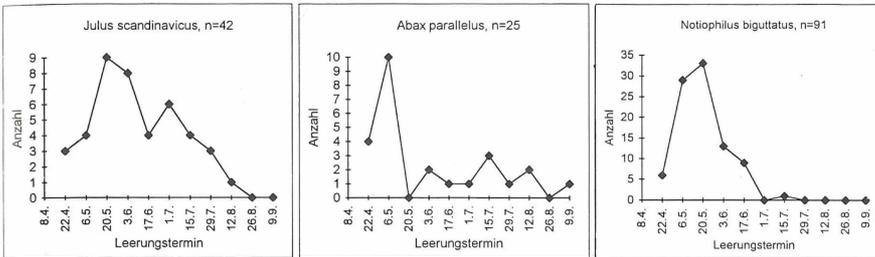


Abb. 6 Aktivitätsphänogramme von *Julus scandinavicus* (Fangstellen H1, H2 und W3 zusammengefaßt), *Abax parallelus* (Fangstellen H1 und H2 zusammengefaßt) sowie *Notiophilus biguttatus* (Fangstellen H1, H2 und W3 zusammengefaßt).

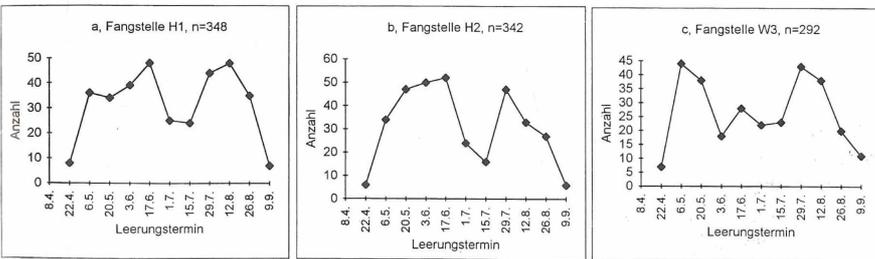


Abb. 7 Aktivitätsphänogramme von *Abax parallelepipedus* an den Fangstellen H1 (a), H2 (b) und W3 (c).

Die Fortpflanzungsrhythmik der meisten Carabiden-Arten ist gut bekannt (zusammenfassende Darstellungen: LARSSON 1939, LINDROTH 1945, DEN BOER 1977, PAARMANN 1979). In Tab. 3 wurde den nachgewiesenen Arten nach den Angaben aus der Literatur der jeweilige Reproduktionstyp zugeordnet. Danach gehören 17 Arten zu den Frühjahrsbrütern und 12 zu den Herbstbrütern. 2 Arten (*Abax parallelepipedus*, *Notiophilus biguttatus*) weisen nicht immer den gleichen Fortpflanzungstyp auf. Sie wurden deshalb keinem Fortpflanzungstyp zugerechnet. Ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der Fortpflanzungstypen auf die 3 Fangstellen war nicht nachweisbar.

Von den beiden Laufkäfer-Arten mit nicht konstanten Fortpflanzungsverhältnissen und von *Abax parallelus*, von dem nur spärliche Angaben aus Norddeutschland vorliegen, wurden Phänogramme erstellt (Abb. 6). Da nur 25 Tiere von *Abax parallelus* gefangen wurden, wird in Abb. 6 eine zusammengefaßte Aktivitätskurve wiedergegeben. Das Aktivitätsmaximum fällt in die zweite Fangperiode (22.04.-06.05.). In den anderen Fangintervallen war die Art selten bzw. nur in einzelnen Individuen vertreten. Auch für *Notiophilus biguttatus* wurde - aufgrund niedriger Fangfrequenzen - nur ein Phänogramm erstellt (Abb. 6). Einem ausgeprägten Maximum im Frühjahr steht ein völliges Fehlen in den letzten drei Fangperioden (29.07.-09.09.) gegenüber. *Abax parallelepipedus* zeigte an den 3 Fangstellen 1993 einen ganz ähnlichen Aktivitätsverlauf mit jeweils 2 Maxima

(Abb. 7). Ein kleiner Unterschied zwischen den Phänologien betrifft das erste Aktivitätsmaximum, das in den Hudewäldern H1 und H2 relativ spät, in der fünften Fangperiode (03.06.-17.06), liegt. Im Wirtschaftshochwald W3 wird das entsprechende Maximum viel früher erreicht, in der zweiten Fangperiode (22.04.-06.05.). Die Aktivitätsmaxima im Hochsommer sind bei den 3 Fangstellen stärker synchronisiert.

5. Diskussion

5.1 Habitatbindungen der nachgewiesenen Arten

Chilopoda

Über die Habitatbindung von Chilopoden, insbesondere der Geophilomorpha, ist aus Mitteleuropa - trotz der weiten Verbreitung dieser Tiergruppe - nur wenig bekannt (vgl. KOREN 1986, 1992). Aus dem nordwestdeutschen Tiefland liegen neben Arbeiten, die überwiegend im letzten Jahrhundert entstanden und aufgrund des taxonomisch-systematischen Fortschritts nur unter großen Vorbehalten herangezogen werden können, nur diejenigen von SCHUBART (1934), RABELER (1947, 1951, 1957) und JEEKEL (1964) vor. Trotzdem möchten wir versuchen, an dieser Stelle - auch unter Hinzunahme von Literatur aus anderen Regionen (z. B. aus England, BARBER & KEAY 1988) - die Habitatbindung der im Bentheimer Wald nachgewiesenen Chilopoden zu charakterisieren.

Ausschließlich in den Hudewaldflächen H1 und H2 wurde *Lithobius curtipes* gefangen, der in England als stenotope Waldart gilt (BARBER & KEAY 1988). VERHOEFF (1925) gibt als Schwerpunktorkommen feuchte oder gar moorige Wälder an. Auch JEEKEL (1964) hebt die Hygrophilie dieser Art hervor. Vielleicht ist *Lithobius curtipes* im nordwestdeutschen Tiefland eine typische Art der Eichen-Hainbuchen-Wälder, die stärker entwässerte Bereiche (z. B. den Wirtschaftshochwald W3) meidet (vgl. Kap. 5.3). In den deutschen Mittelgebirgen ist *Lithobius curtipes* eine weit verbreitete und häufige Art unterschiedlicher Waldtypen (z. B. im Luzulo- und Hordelymo-Fagetum; FRÜND 1987, SCHAEFER & SCHAUERMANN 1990, FRÜND 1991).

Als typische Waldbewohner sind auch *Lithobius dentatus* und *Lithobius piceus* zu bezeichnen. Nach VERHOEFF (1937) und ALBERT (1978) ist *Lithobius dentatus* eine charakteristische Laubwaldart, die Coniferenbestände nicht besiedelt. *Lithobius piceus* ist ein Waldstreubewohner, der sehr nasse Bereiche (VERHOEFF 1937, BROCKSIEPER 1972) meidet. Im Stellario-Carpinetum kommt die Art noch vor (Tab. 1 und 2). Die Fangfrequenzen sind aber für weitergehende Aussagen zu gering.

Als eurytope Arten, die auch im Offenland und zum Teil sogar in der alpinen Zone vorkommen, sind *Lithobius forficatus* und *Lithobius crassipes* zu charakterisieren (VERHOEFF 1937, EASON 1964, JEEKEL 1964, KOREN 1992).

Die Literaturangaben zur Habitatbindung von *Lithobius calcaratus* und *Lithobius agilis*, die nur auf den Hudewaldflächen in wenigen Individuen nachgewiesen wurden, sind spärlich und z. T. widersprüchlich. VERHOEFF (1937) gibt für *Lithobius calcaratus* offenes, sonniges Gelände an. EASON (1964) bezeichnet die Art dagegen als typisch für trockene Wälder. Damit stimmt das Ergebnis von RABELER (1957) überein, der einen trockenen Eichen-Birken-Wald bei Wulstorf (Lüneburger Heide) untersuchte und *Lithobius calcaratus* als häufigsten Chilopoden in der Bodenstreu fand. Die größte Individuendichte unter den Chilopoden erreicht diese Art auch in nordwestdeutschen Besenheide-Beständen (RABELER 1947). RABELER (1957) weist außerdem darauf hin, daß die Art in den Fagetalia-Wäldern des südöstlichen Niedersachsens gegenüber *Lithobius crassipes* zurücktritt. In diesen Regionen bevorzugt die Art offensichtlich das Mesobrometum auf Kalk. Weitere Untersuchungen, insbesondere in Mitteleuropa, sind notwendig, um die - vielleicht vorhandene - relative Standortskonstanz der Art zu beschreiben. *Lithobius agilis* ist eine seltene Art, über deren Präferenzen wenig bekannt ist (vgl. VERHOEFF 1937).

Unter den Geophilomorpha ist *Brachygeophilus truncorum* die häufigste Art an den drei Fangstellen. EASON (1964) charakterisiert die Art als Waldbewohner. BARBER & KEAY (1988) führen außerdem auch Moorgebiete als Habitat an und betonen eine Korrelation zwischen dem Vorkommen von Gräsern und Farnen („bracken“) mit dieser Art. BLOWER (1955) gibt die höchsten Individuendichten für arme Mull- bis Rohhumusböden an.

Diese Angabe deckt sich mit den von uns festgestellten hohen Individuendichten im Bentheimer Wald.

Strigamia acuminata ist eine reine Waldform (EASON 1964), die jeweils in einem oder zwei Individuen an den drei Fangstellen nachgewiesen werden konnte. - Als eurytop sind die anderen beiden Geophilomorpha-Arten einzustufen: *Schendyla nemorensis* und *Necrophloeophagus flavus* (EASON 1964, ALBERT 1982, BARBER & KEAY 1984).

Diplopoda

Als häufigster Diplopede kommt im Bentheimer Wald *Glomeris marginata* an allen Fangstellen vor. THIELE (1968) beschreibt diesen Glomeriden als einen sehr eurytopen Waldbewohner, der unabhängig vom Kalk- oder Säuregrad des Bodens in allen Waldgesellschaften zahlreich ist. Schon SCHUBART (1934) hob *Glomeris marginata* als eine in Nordwestdeutschland verbreitete und häufige Art hervor, die nur freies Gelände meidet. Trotz der ausgeprägten Eurytopie konnte THIELE (1959) die Art bei Präferenzversuchen am häufigsten in Bereichen mit pH-Werten zwischen 6,6 und 8,0 nachweisen. Mit dieser Angabe stimmt auch die Charakterisierung von KIME (1990: 10) überein: „Its optimum habitat is the floor of deciduous woodland in calcareous areas, though it is regarded as ubiquitous and found in a wide variety of habitats up to an altitude of over 2000 m.“

Nach SCHUBART (1934) bevorzugt *Julus scandinavicus* eine gewisse Laubbedeckung und Feuchtigkeit und kommt demnach vor allem in feuchten Laubwäldern, Erlenbrüchen und Gebüsch vor. Auch KIME (1990) charakterisiert *Julus scandinavicus* als relativ eurytope Art, die überwiegend feucht-kühle Lebensräume bewohnt. Im Präferenzexperiment erweist sich die Art als eurytherm, aber sehr hygrophil (THIELE 1968). Diese Feuchtigkeitspräferenz kann auch zur Interpretation der vorliegenden Ergebnisse herangezogen werden: Der trockenere Wirtschaftshochwald W3 weist die niedrigsten Fangraten auf.

Polydesmus denticulatus findet sich weniger im Wald als in Gebüschkomplexen und besonders im Kulturgebiet (SCHUBART 1934). Damit stimmen die niedrigen Fangraten im Bentheimer Wald überein.

Die hygrophilen Arten *Ophiulus pilosus* und *Craspedosoma rawlinsii* konnten nur in den Hudewaldflächen nachgewiesen werden. *Craspedosoma rawlinsii* wird in der Literatur nicht nur für Feuchtwälder angeführt, sondern auch für Gewässerufer und unbeschattete Feuchtgebiete (SCHUBART 1934, THIELE 1959, BLOWER 1985). *Ophiulus pilosus* präferiert in Norddeutschland unterschiedliche Feuchtstellen (Schilfgest, feuchtes Fellaub, Quellen) (SCHUBART 1934). In England werden auch Wälder und anthropogen überformte Lebensräume (Gärten, Äcker) besiedelt (BLOWER 1985). - *Tachypodoiulus niger* zeichnet sich durch eine niedrige Vorzugstemperatur (5-10 °C) aus und zeigt vermutlich deshalb einen Vorkommensschwerpunkt in feucht-kühlen Edellaubwäldern (THIELE 1959, 1968). In unserer Untersuchung konnte diese Art nur im Hudewald nachgewiesen werden. Ein vergleichbares Vorkommen im Bentheimer Wald weist *Cylindroiulus nitidus* auf, der ebenfalls als hygrophil einzustufen ist (THIELE 1959).

Ein geringeres Feuchtigkeitsbedürfnis besitzt *Cylindroiulus punctatus*, der auch an xerothermen Standorten vorkommt (THIELE 1968). SCHUBART (1934) gibt die Art auch für Coniferenbestände an. In der Laubstreu eines trockenen Eichen-Birken-Waldes bei Wulfstorf (Lüneburger Heide) ist sie der häufigste Diplopede gewesen (RABELER 1957). Den trockenen *Calluna*-Heiden fehlt die Art (wie Diplopeden überhaupt), erst unter *Juni-perus*- bzw. *Betula*- oder *Quercus*-Büschchen dringen die ersten Individuen in das Genisto-Callunetum ein (RABELER 1947). Zumindest in Belgien zeigt diese Art eine Präferenz für Mullböden mit hohem Kalk- bzw. Basengehalt (KIME et al. 1992). KIME (1990) beschreibt für diese Art eine Bindung an Totholz, in dem auch die Eier abgelegt werden.

Carabidae

Nur in den Hudewaldflächen H1 und H2 wurden die stenotopen Waldarten *Abax parallelus* und *Platynus assimilis* nachgewiesen. Beide Arten leben ausschließlich in feuchten Laubwäldern, und besonders *Abax parallelus* benötigt einen gewissen Lehmgelhalt (BARNER 1954). Wahrscheinlich hängt dieser Habitatanspruch mit dem Brutpflegeverhalten der Art zusammen: *Abax parallelus*-Weibchen formen im Boden kleine Hohlräume, in denen sie Eier ablegen und bis zum Schlupf der Larven verbleiben (LÖSER 1970,

BRANDMAYR 1977, BRANDMAYR & ZETTO-BRANDMAYR 1979). Nur in einem Individuum wurde *Notiophilus rufipes* im Wirtschaftshochwald gefangen. In der Literatur wird die Art für relativ trockene, bodensaure Laubwälder (z. B. Betulo-Quercetum) angegeben (RABELER 1969, HEITJOHANN 1974, DEN BOER 1977).

Als relativ eurytopen Waldarten sind *Abax parallelepipedus*, *Carabus problematicus*, *Carabus purpurascens*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Cychrus caraboides*, *Notiophilus biguttatus* und *Leistus rufomarginatus* einzustufen (vgl. BARNER 1937, 1954, LINDROTH 1945, DEN BOER 1977, TURIN & HEIJERMANN 1988). Nicht nur in Wäldern, aber schwerpunktmäßig dort verbreitet sind *Pterostichus niger*, *Carabus coriaceus* und *Harpalus quadripunctatus* (vgl. BARNER 1937, LINDROTH 1945, DEN BOER 1977).

Nur auf den Hudewaldflächen wurde eine Gruppe hygrophiler Arten gefunden, die auch außerhalb von Wäldern auftreten können (z. B. LINDROTH 1945, MARGGI 1992): *Pterostichus rhaeticus*, *Pterostichus strenuus*, *Loricera pilicornis*, *Pterostichus nigrita*, *Patrobus atrofusus*, *Pterostichus diligens*, *Trechus secalis* und *Bembidion mannerheimi*. Die ökologische Inhomogenität dieser Gruppe wird besonders deutlich an den Schwesterarten *Pterostichus rhaeticus* und *Pterostichus nigrita*: Erst 1984 wurde die Artberechtigung von *Pterostichus rhaeticus* erkannt (KOCH 1984, vgl. auch NETTMANN 1975). Obwohl beide Arten auch syntop angetroffen werden können, unterscheiden sie sich doch deutlich in ihren Habitatbindungen. Mit großer Konstanz findet sich *Pterostichus rhaeticus* in beschatteten und unbeschatteten *Sphagnum*-Beständen (vgl. MOSSAKOWSKI 1970, ABMANN 1982, ABMANN & EHRSBERGER 1990) und in feuchten bis nassen Waldgesellschaften (z. B. Stellario-Carpinetum, Carici elongatae-Alnetum). *Pterostichus nigrita* bevorzugt nährstoffreiche, schlammige, manchmal lehmige Bereiche und kann dann auch mit den Schwesterarten *Pterostichus gracilis* und *Pterostichus anthracinus* angetroffen werden (z. B. an der Ems, ABMANN 1991). Mit dem Vorkommen in der norddeutschen Landschaft stimmt das Verhalten in Präferenzversuchen überein, bei denen *Pterostichus rhaeticus* niedrige pH-Werte bevorzugt, während *Pterostichus nigrita* sich indifferent verhält (PAJE 1981, die hier als Moorform des *Pterostichus nigrita* bezeichneten Tiere gehören zu *Pterostichus rhaeticus*).

Zu den ausgesprochen eurytopen Arten zählen *Nebria brevicollis*, *Carabus granulatus* und *Carabus nemoralis*, die sowohl in intensiv genutzten Lebensräumen (z. B. Äckern, Wiesen) als auch in Feuchtgebieten und Wäldern vorkommen können (DEN BOER 1977, ASSMANN & EHRSBERGER 1990). Diese Arten wurden erwartungsgemäß an den drei Fangstellen im Bentheimer Wald nachgewiesen.

7 Arten besitzen einen Vorkommensschwerpunkt an Kulturstandorten (z. B. Äcker, Gärten, Parkanlagen, Wiesen): *Amara similata*, *Bembidion lampros*, *Harpalus latus*, *Pterostichus melanarius*, *Clivina fossor*, *Poecilus versicolor* und *Amara communis* (LINDROTH 1945, BARNER 1949, 1954, DEN BOER 1977, CHIVERTON 1987, MARGGI 1992). Bis auf *Bembidion lampros* und *Poecilus versicolor*, die jeweils in einem Exemplar im Wirtschaftshochwald gefangen wurden, stammen die anderen Arten ausschließlich aus den Hudewaldflächen. Der ungleichmäßige Bestandsaufbau dieser Bestände mit ihrer mosaikartigen Anordnung lichter und schattiger Partien bietet eine Erklärung für das Vorkommen dieser überwiegend heliophilen Arten.

5.2 Phänologien

Auch bei Diplopoden kann zwischen Semelparitie und Iteroparitie unterschieden werden (BLOWER 1985). *Julus scandinavicus* ist ein Vertreter des erstgenannten Fortpflanzungstyps. Der zu erwartende aktive Herbstbestand wurde vielleicht durch die Beendigung der Untersuchung im September nicht mehr erfaßt. *Glomeris marginata* ist ein Vertreter der Iteroparitie. Während des gesamten Jahres können adulte Tiere angetroffen werden. Das Aktivitätsminimum im Sommer kann eine Reaktion auf die Austrocknung der oberen Bodenschichten darstellen. Die Tiere ziehen sich unter solchen Bedingungen stärker in luftfeuchte Kleinhabitate zurück (z. B. unter Baumstämme, in morsches Holz).

Nach LÖSER (1970) können bei *Abax parallelepipedus* immature Individuen sowohl im Frühjahr als auch im Herbst auftreten. Im Frühjahr geschlüpfte Tiere reproduzieren sich wahrscheinlich im Herbst, zu dieser Zeit geschlüpfte Individuen vermutlich nach der Überwinterung im nächsten Frühjahr. - Die unterschiedlichen Aktivitätsmaxima im Wirt-

schaftshochwald und in den Hudewäldern können temperaturbedingt sein: In dem trockeneren und damit besonders im Frühjahr auch wärmeren Wirtschaftswald werden die für Aktivität und Gonadenreifung erforderlichen Temperaturen früher erreicht als in den Hudewäldern. Um diese Hypothese zu überprüfen, müssen weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden.

Zur Aktivitätsrhythmik von *Abax parallelus* im nordwestlichen Mitteleuropa wurden bisher nur Handfänge publiziert (BARNER 1957, TURIN et al. 1977). Angesichts des Aktivitätsmaximums im Frühjahr und Sichtbeobachtungen von immaturren Individuen im Herbst 1993 (Herrenholz bei Vechta) stellt *Abax parallelus* einen Frühjahrsbrüter dar. - Nach DEN BOER (1977) und DEN BOER & DEN BOER-DAANJE (1990) zeigt *Notiophilus biguttatus* in der nahegelegenen Drenthe Fortpflanzung sowohl im Frühjahr als auch im Sommer und Herbst. Die für den Bentheimer Wald ermittelte Aktivitätskurve spricht für einen Frühjahrsbrüter. Da eine Herbstfortpflanzung im Bentheimer Wald nicht nachweisbar ist, kann hier ein besonderer Selektionsdruck wirksam sein. Bedingt durch die Stauhäuse des Bentheimer Waldes wird vielleicht die Mortalität der Larven im Winterhalbjahr erhöht. In der Drenthe sind die Grundwasserverhältnisse anders: Die Untersuchungsflächen sind hier trockene Eichen-Birken-Bestände (*Betulo-Quercetum*), die aus Heiden (*Genisto-Callunetum*) hervorgegangen sind. Die Unterschiede im Reproduktionsverhalten können damit durch die Bodenfeuchtigkeit bedingt sein.

5.3 Struktur der Taxozönosen im Vergleich

Wie bereits mehrfach angedeutet zeichnen sich die Hudewaldflächen im Vergleich zum Wirtschaftshochwald durch zusätzlich auftretende ökologische Gruppen aus: (1) heliophile Arten, die auch in offenen Habitaten leben (z. B. *Amara*-Arten, *Pterostichus melanarius*), und (2) hygrophile Arten, die auch außerhalb von Wäldern vorkommen können (z. B. *Pterostichus rhaeticus*, *Pterostichus nigrita*), und (3) stenotope Waldarten, auf die z. T. in Kap. 5.4 gesondert eingegangen wird. Mit den zusätzlichen ökologischen Gruppen muß man auch die größeren Artenzahlen in den beiden untersuchten Hudewäldern erklären. Insbesondere die seltenen Arten, die bei den Shinozaki-Kurven für einen kontinuierlichen Anstieg des Kurvenverlaufs verantwortlich sind, werden von Arten dieser Gruppen gestellt. Für eine Charakterisierung der beiden verglichenen Waldtypen Hudewald und Wirtschaftswald ist somit gerade das Vorkommen bzw. Fehlen solcher Arten wesentlich. Die an beiden Fangstellen häufigen Arten sind zwar in der Regel typisch für Wälder, stellen jedoch an die edaphischen und strukturellen Bedingungen keine besonderen Ansprüche. Die seltenen Arten hingegen sind oft stenotoper und spiegeln die spezifischen Besonderheiten der Hudewaldbereiche wider. - Als die Hudewälder des *Stellario-Carpinetum*-Typs in moderne forstwirtschaftliche Nutzung überführt wurden, die mit einer Entwässerung und Strukturverarmung verbunden ist, reduzierte sich gleichzeitig die Artenzahl auf solchen Flächen.

Die einzige weitere Untersuchung, bei der Hude- und Wirtschaftshochwälder miteinander verglichen wurden, fand im Hasbruch bei Oldenburg statt (JANSSEN 1982). Dabei wurden die oben skizzierten Zusammenhänge ebenfalls deutlich, obwohl sie von dem Autor in dem hier dargelegten Zusammenhang nicht diskutiert werden: In dem ehemaligen Hudewald (*Stellario-Carpinetum filipenduletosum*) wurden 17 Carabidenarten nachgewiesen, darunter auch hygrophile und heliophile Arten (z. B. *Agonum gracile*), während in dem Wirtschaftshochwald (*Stellario-Carpinetum typicum*) weniger Arten nachgewiesen wurden. Neben den „typischen Waldarten“ treten zusätzliche ökologische Gruppen wie im Hudewald auch im Wirtschaftshochwald des Hasbruchs nicht auf. Die im Bentheimer Wald festgestellten zönotischen Strukturen repräsentieren demnach den allgemeinen Gesellschaftsaufbau von reich strukturierten Hudewäldern und forstlich genutzten Hochwäldern.

5.4 Reliktarten im Bentheimer Wald

Während der Waldverwüstungsphasen im Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit blieben Waldökosysteme nur relikthhaft in der nordwestdeutschen Tiefebene erhalten (vgl. HESMER & SCHROEDER 1963). Damit stellt sich die Frage nach Reliktarten, die ausschließlich oder weitgehend auf solche Lebenssäume beschränkt sind. Zahlreiche entsprechende

Untersuchungen liegen aus England vor (vgl. PETERKEN 1993). Den einzigen Literaturbezug für eine Einordnung der im Bentheimer Wald nachgewiesenen Chilopoden- und Diplopodenarten stellen aus diesem Grund die Arbeiten von BARBER & KEAY (1988) und BLOWER (1985) über die Britischen Inseln dar. Unter den von uns nachgewiesenen Arten wird als Reliktarart alter Wälder von den Autoren nur *Lithobius curtipes* diskutiert (BARBER & KEAY 1988:99). Mit einem Nachweis aus dem Herrenholz bei Vechta liegt ein weiterer Fundpunkt aus dem Weser-Ems-Gebiet vor (eigene Beobachtung). Für Nordwestdeutschland führt JEEKEL (1964) zwei Fundpunkte an: Forst Beimoor (nördlich von Hamburg) und Hitzacker (Landkreis Lüchow-Dannenberg). Forst Beimoor stellt einen alten Waldstandort dar, der bei der „Varendorf-Kartierung“ (Landesaufnahme des Herzogtums Holstein 1789-1796) und bei der „Preußischen Landesaufnahme“ von 1878, die während der maximalen Waldverwüstung in Schleswig-Holstein durchgeführt wurde, verzeichnet ist. Der zweite Fundpunkt von JEEKEL (1964) bezieht sich lediglich auf ein Individuum, das im März 1935 (wahrscheinlich nach einem Hochwasser) am Elbufer gesiebt wurde. Alle drei bekannten Populationen aus dem Nordwestdeutschen Tiefland (Forst Beimoor, Herrenholz und Bentheimer Wald) befinden sich damit in alten Wäldern. FRÜND (1987) führte auch vergleichende Untersuchungen zur Trockenheitstoleranz von *Lithobius mutabilis*, *Lithobius curtipes* und *Strigamia acuminata* durch. Dabei erwies sich *Lithobius curtipes* als besonders empfindlich, auch im Vergleich zu dem Geophilomorphen *Strigamia acuminata*. Das Fehlen der Art im Wirtschaftshochwald W3 hängt deshalb wahrscheinlich mit der reduzierten Bodenfeuchtigkeit zusammen. - ANDERSSON (1983) verglich Aufsammlungen aus den 20er und 70er Jahren dieses Jahrhunderts, die in der Umgebung Göteborgs an denselben Lokalitäten erfolgten, und stellte dabei eine starke Abnahme für *Lithobius curtipes* fest, die vielleicht auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen ist. Weitere Untersuchungen sollten klären, ob diese Art nicht einen Indikatorwert für relativ wenig beeinflusste bzw. nur extensiv überformte Lebensräume besitzt.

Für die Laufkäfer gibt es Zusammenstellungen von Arten, die überwiegend oder ausschließlich in alten Wäldern vorkommen (ABMANN 1994, 1995). Von den dort genannten Arten kommt im Bentheimer Wald nur *Abax parallelus* vor. Von dieser Art sind aus dem Weser-Ems-Gebiet mehr Nachweise bekannt als aus dem Weser-Elbe-Gebiet. Vermutlich hängt dieses Phänomen mit der Habitatbindung der Art zusammen. In Norddeutschland bewohnt *Abax parallelus* überwiegend feuchte Wälder auf lehmigem Boden (Stellario-Carpinetum, Pruno-Fraxinetum). Da die meisten, insbesondere die großen Bannwälder des westlichen Niedersachsens feuchte Eichen-Hainbuchen-Wälder darstellen (vgl. POTT & HÜPPE 1991) und im Weser-Elbe-Gebiet alte Wälder überwiegend auf der Geest erhalten blieben, waren die Überlebensbedingungen für *Abax parallelus* im westlichen Niedersachsen wahrscheinlich günstiger als in den östlichen Landesteilen.

Weitere Reliktararten alter Wälder (z. B. die Schnegel *Limax cinereoniger* und *Malacolimax tenellus*) werden bei ABMANN & KRATOCHWIL (1995) besprochen.

Vermutlich kommen nicht nur im Nordwestdeutschen Tiefland, sondern auch in anderen Regionen Reliktararten alter Wälder vor. ANT et al. (1984) konnten für den Hambacher Forst (Niederrhein) *Trichotichnus laevicollis* und *Abax ovalis* in Reliktorkommen feststellen. Der Reliktcharakter dieser Vorkommen wird auch dadurch gestützt, daß beide Arten in der betreffenden Faunistik (KOCH 1968) für den Niederrhein nicht aufgeführt werden. Das gleiche gilt auch für *Carabus glabratus*, der im Nordwestdeutschen Tiefland fast ausschließlich in alten Wäldern vorkommt (ABMANN 1994), und vor wenigen Jahren durch Scharf (mündl. Mitt.) in einem Wald am Niederrhein nachgewiesen wurde.

Zusammenfassung

Die Chilopoda, Diplopoda und Carabidae von zwei ehemaligen Hudewaldflächen und einer Wirtschaftshochwaldfläche im Bentheimer Wald bei Bad Bentheim (Südwest-Niedersachsen) wurden mit Barber-Fallen und Boden-Proben (Hitzeextraktion nach Kempson) untersucht. Pflanzensoziologisch sind die ehemaligen Hudewaldflächen als Stellario-Carpinetum periclymenetosum und der Wirtschaftshochwald entwässerungsbedingt als Übergangsstadium vom Stellario-Carpinetum zum Lonicero-Fagetum charakterisiert. Die nachgewiesenen Artenzahlen sind für die drei untersuchten Tiergruppen auf den ehemaligen Hudewaldflächen größer als im Wirtschaftshochwald. Neben typi-

schen Waldarten zeichnen sich die ehemaligen Hudeflächen durch das zusätzliche Auftreten von drei ökologischen Gruppen aus, die weitgehend im Wirtschaftshochwald fehlen: (1) heliophile, (2) hygrophile und (3) stenotope Arten. Reliktarten alter Wälder des nordwestdeutschen Tiefland, die im Bentheimer Wald auftreten, sind der Hundertfüßer *Lithobius curtipes* und der Laufkäfer *Abax parallelus*.

Danksagungen

Herrn Prof. Dr. A. Kratochwil, Fachgebiet Ökologie der Universität Osnabrück, danken wir herzlich für die Betreuung und Unterstützung bei dieser Arbeit. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. H.-C. Fründ, Osnabrück, für die bereitwillige Nachdetermination zahlreicher Chilopoden und Diplopoden sowie für zahlreiche Diskussionen. Herrn Dipl.-Ing. A. Tschuschke möchten wir auch an dieser Stelle für seine tatkräftige Unterstützung bei Problemen mit der Kempson-Apparatur unseren herzlichen Dank aussprechen.

Literatur

- ACHTZIGER, R., U. NIGMANN & H. ZWÖLFER (1992): Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung von Biotopen. - Z. Ökologie u. Naturschutz **1**: 89 - 105.
- ALBERT, A. M. (1978): Bodenfallenfänge von Chilopoden in Wuppertaler Wäldern (MB 4708/09). - Jahresver. Naturw. Verh. Wuppertal **31**: 41 - 45.
- ALBERT, A. M. (1982): Species spectrum and dispersion patterns of Chilopods in 3 Solling habitats. - Pedobiologia **23**: 335 - 345.
- ALBERT, A. M. (1983): Life cycle of Lithobiidae - with a discussion of the r- and K-selection theory. - Oecologia **56**: 272 - 279.
- ANDERSSON, G. (1983): The Chilopod fauna in the vicinity of Göteborg - a comparison between collecting results obtained in the 1920s and the 1970s. - Acta Entomol. Fenn. **42**: 9 - 14.
- ANT, H., H. HEITJOHANN, H. O. REHAGE & A. STIPPROWEIT (1984): Untersuchungen zur Käferfauna des Hambacher Forstes (Niederrhein). - Niederrh. Jb. **15**: 27 - 35.
- ABMANN, T. (1982): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an der Carabidenfauna naturnaher Biotope im Hahnenmoor. - Osnabrücker naturwiss. Mitt. **16**: 105 - 134.
- ABMANN, T. (1991): Die ripikole Carabidenfauna der Ems zwischen Lingen und Dollart. - Osnabrücker naturwiss. Mitt. **17**: 95 - 112.
- ABMANN, T. (1994): Epigäische Coleopteren als Indikatoren für historisch alte Wälder der Nordwestdeutschen Tiefebene. - NNA-Berichte **3**: 142 - 151.
- ABMANN, T. (1995): Laufkäfer als Reliktarten alter Wälder in Nordwestdeutschland. - Mitt. Dtsch. Ges. allgem. angew. Ent. **10** (im Druck).
- ABMANN, T. & R. EHRSBERGER (1990): Die Laufkäferfauna im Flurbereinigungsgebiet „Plaggenschale“. - Osnabrücker naturwiss. Mitt. **16**: 39 - 50.
- ABMANN, T. & A. KRATOCHWIL (1995): Biozöologische Untersuchungen in Hudelandschaften Nordwestdeutschlands - Grundlagen und erste Ergebnisse -. - Osnabrücker naturwiss. Mitt. **20/21** (im Druck).
- BARBER, A. D. & A. N. KEAY (1988): Provisional atlas of the Centipedes of the British Isles. - Institute of Terrestrial Ecology. Huntington: Lavenham Press.
- BARNER, K. (1937): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld I. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **8** (3): 3 - 34.
- BARNER, K. (1949): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld II. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **12** (2): 3 - 28.
- BARNER, K. (1954): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld III. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **16** (1): 3 - 64.
- BLOWER, J. G. (1955): Millipedes and Centipedes as soil animals. - In: KEVAN, D. K. M.: Soil Zoology, 138 - 151. London: Butterworth.
- BLOWER, J. G. (1985): Millipedes. - London: Brill/Backhuys.
- DEN BOER, P. J. (1970): On the significance of dispersal power for populations of Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). - Oecologia **4**: 1 - 28.
- DEN BOER, P. J. & W. DEN BOER-DAANJE (1990): On the life history tactics in Carabid beetles: are there only spring and autumn breeders? - In: STORK, N. E.: The role of ground beetles in ecological and environmental studies, 247-258. Andover, Hampshire: Intercept.
- BRANDMAYR, P. (1977): Ricerche etologiche e morfofunzionali sulle cure parentali in Carabidi Pterostichini (Coleoptera: Carabidae, Pterostichinae). - Redia (Firenze) **60**: 275 - 316.

- BRANDMAYR, P. & T. ZETTO-BRANDMAYR (1979): The evolution of parental care phenomena in Pterostichine ground beetles, with special reference to the genera *Abax* and *Molops* (Coleoptera, Carabidae). - In: DEN BOER, P. J., H. U. THIELE & F. WEBER: On the evolution of behaviour in Carabid Beetles, 35-52. Wageningen: Veenman & Zonen B. V.
- BROCKSIEPER, I. (1972): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Isopoden, Diplopoden und Chilopoden im Naturschutzgebiet Siebengebirge. - Diplomarbeit. Universität Bonn.
- BURRICHTER, E., R. POTT, T. RAUS & R. WITTIG (1980): Die Hudelandschaft „Borkener Paradies“ im Emstal bei Meppen. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **42** (4): 1 - 69.
- CHIVERTON, P. (1987): Predation on the bird cherry-oat aphid in cereals. - Dissertation. Universität Uppsala.
- EASON, E. H. (1964): Centipedes of the British Isles. - London, New York: Warne & Co.
- EASON, E. H. (1982): A review of the north-west European species of Lithobiomorpha with a revised key to their identification. - Zool. J. Linn. Soc. **74**: 9 - 33.
- EHRNSBERGER, R., (1993): Bodenmesofauna und Naturschutz. Cloppenburg: Runge.
- FREUDE, H. (1976): Die Käfer Mitteleuropas, Adephaga 1. In: FREUDE, H., K. W. HARDE & G. A. LOHSE: Die Käfer Mitteleuropas 2. Krefeld: Goecke & Evers.
- FRÜND, H.-C. (1983): Untersuchungen zur Koexistenz verschiedener Chilopodenarten im Waldboden. - Dissertation. Universität Würzburg.
- FRÜND, H.-C. (1987): Räumliche Verteilung und Koexistenz der Chilopoden in einem Buchen-Altbestand. - Pedobiologia **30**: 19 - 29.
- FRÜND, H.-C. (1991): Zur Biologie eines Buchenwaldes. 14. Die Hundertfüßer (Chilopoda). - Carolinia **49**: 83 - 94.
- HEITJOHANN, H. (1974): Faunistische und ökologische Untersuchungen zur Sukzession der Carabidenfauna (Coleoptera, Insecta) in den Sandgebieten der Senne. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **36** (4): 3 - 27.
- HESMER, H. & F. G. SCHROEDER (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im Niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und der Münsterschen Bucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. - Decheniana, Beiheft **11**.
- HOPKIN, S. P. & H. J. READ (1992): The biology of Millipedes. - Oxford u. a.: University Press.
- ISENBERG, E. (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Grafschaft Bentheim. - Abh. Landesmus. Naturkde. **41** (2): 1 - 63.
- JANNSEN, W. (1982): Jahresrhythmik und Aktivitätsdichte von Carabiden in einem Eichen-Hainbuchenwald (*Quercus-Carpinetum* im Naturschutzgebiet Hasbruch bei Oldenburg/Niedersachsen). - Drosera **1**: 33 - 38.
- JEEKEL, C. A. W. (1964): Beitrag zur Kenntnis der Systematik und Ökologie der Hundertfüßer (Chilopoda) Nordwestdeutschlands. - Abh. Verh. Naturw. Ver. Hamburg N. F. **8**: 11 - 153.
- KIME, R. D. (1990): A provisional atlas of European Myriapods. Part 1. - Luxemburg: Musée national d'histoire naturelle.
- KIME, R. D., G. WAUTHY, F. DELECEUR, M. DUFRÈNE & D. DRUGMAND (1992): Distribution spatiale et préférences écologiques chez les Diplopodes du sol. - Mém. Soc. r. belge Ent. **35**: 661 - 670.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. - Decheniana, Beiheft **13**.
- KOCH, D. (1984): *Pterostichus nigrita*, ein Komplex von Zwillingarten. - Entomol. Blätter **79** (2/3): 141 - 152.
- KOREN, A. (1986): Die Chilopoden-Fauna von Kärnten und Osttirol, 1. Geophilomorpha, Scolopendromomorpha. - Carinthia II. **43**, Sonderheft.
- KOREN, A. (1992): Die Chilopoden-Fauna von Kärnten und Osttirol, 2. Lithobiomorpha. - Carinthia II. **51**, Sonderheft.
- LARSSON, S. G. (1939): Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. - Ent. Meddelelser **20**: 277 - 560.
- LINDROTH, C. H. (1945): Die fennoskandischen Carabidae. Spezieller Teil. - Kungl. Vetensk. Vitterh. Samh. Handl. S. B. **1**: 1 - 710.
- LINDROTH, C. H. (1974): Coleoptera, Carabidae. - In: Handbooks for the identification of British insects. - Dorking: Adlard and Son Ltd.
- LOMPE, A. (1989): Ergänzungen und Berichtigungen zu Freude-Harde-Lohse „Die Käfer Mitteleuropas“, Bd. 2 (1976). - Krefeld: Goecke & Evers.
- LÖSER, S. (1970): Brutfürsorge und Brutpflege bei Laufkäfern der Gattung *Abax*. - Verh. Deut. Zool. Ges. Würzburg 1969: 322 - 326.
- MARGGI, W. A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz. - Neuchâtel: Centre suisse de cartographie de la faune.
- MOSSAKOWSKI, D. (1970): Ökologische Untersuchungen an epigäischen Coleopteren atlantischer Moor- und Heidestandorte. - Z. wiss. Zool. **181**: 233 - 316.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. - Heidelberg, Wiesbaden: Quelle & Meyer.
- NETTMANN, H.-K. (1975): Karyotyp-Analyse bei Käfern der Gattungen *Agonum* und *Pterostichus* (Col., Carabidae). Diplomarbeit, Universität Kiel.

- PAARMANN, W. (1979): Ideas about the evolution of the various annual reproduction rhythms in Carabid beetles of the different climatic zones. - In: DEN BOER, P. J., H. U. THIELE & F. WEBER: On the evolution of behaviour in Carabid beetles, 119 - 132. Wageningen: Veenmann & Zonen.
- PAJE, F. (1981): Laborversuche zur Verteilung von Carabiden im pH-Gradienten. - In: BRANDMAYR, P., P. J. DEN BOER & F. WEBER: Ecology of Carabids: The synthesis of field study and laboratory experiment. Report of the fourth meeting of European carabidologists, 79 - 86. Universität Münster.
- PETERKEN, G. F. (1993): Woodland conservation and management. - London u. a.: Chapman & Hall.
- POTT, R. & E. BURRICHTER (1983): Der Bentheimer Wald - Geschichte, Physiognomie und Vegetation eines ehemaligen Hude- und Schneitelwaldes. - Forstwiss. Cbl. **102**: 350 - 361.
- POTT, R. & J. HÜPPE (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **53** (1/2): 1 - 313.
- RABELER, W. (1947): Die Tiergesellschaft der trockenen Calluna-Heiden in Nordwestdeutschland. - Jber. Naturhist. Ges. Hannover **94-98**: 357 - 375.
- RABELER, W. (1951): Biozönotische Untersuchungen im hannoverschen Kiefernforst. - Z. f. angew. Entomol. **32** (4): 591 - 598.
- RABELER, W. (1957): Die Tiergesellschaft eines Eichen-Birkenwaldes im nordwestdeutschen Altmoränengebiet. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **6/7**: 297 - 319.
- RABELER, W. (1969): Über die Käfer und Spinnenfauna eines Nordwestdeutschen Birkenbruchs. - Vegetatio **18**: 387 - 392.
- RENNER, K. (1980): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Käferfauna pflanzensoziologisch unterschiedlicher Biotope im Evessel-Bruch bei Bielefeld-Sennestedt. - Ber. Naturw. Ver. Bielefeld Sonderheft **2**: 145 - 176.
- RUNGE, F. & H. SPECHT (1953): Die natürliche und heutige Vegetation. - Deutsche Landkreise, R. Niedersachsen 9. Landkreis Grafschaft Bentheim: 47 - 52.
- SCHAEFER, M. & J. SCHAUERMANN (1990): The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a moder soil. - Pedobiologia **34**: 299 - 314.
- SCHUBART, O. (1934): Tausendfüßler oder Myriapoda, 1: Diplopoda. - In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Jena: Gustav Fischer.
- THIELE, H. U. (1959): Experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit bodenbewohnender Tierarten vom Kalkgehalt des Standortes (mit besonderer Berücksichtigung der Diplopoden). Z. f. angew. Entomol. **44**: 1 - 21.
- THIELE, H. U. (1968): Die Diplopoden des Rheinlandes. - Decheniana **120**: 343 - 366.
- TURIN, H., J. HAECK & R. HENGVELD (1977): Atlas of the Carabid beetles of the Netherlands. - Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- TURIN, H. & T. HEIJERMAN (1988): Ecological classification of forest-dwelling Carabidae (Coleoptera) in the Netherlands. - Tijdschrift voor Entomologie **131**: 65 - 71.
- VERHOEFF, K. W. (1925): Chilopoda. - In: BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. **5**. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- VERHOEFF, K. W. (1937): Diplopoda, Symphyla, Pauropoda, Chilopoda. - In: BROMER, P., P. EHRMANN & G. ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas Bd. **2**. Leipzig: Quelle & Meyer.
- WEIDEMANN, G. (1972): Die Stellung epigäischer Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. - Verh. Deut. Zool. Ges. **1971**: 106 - 116.

Anschrift der Verfasser:

Dipl. Biol. Elke Vossel, Dr. Thorsten Aßmann

Fachgebiet Ökologie, Fachbereich Biologie/Chemie, Barbarastr. 11, D-49069 Osna-brück.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Drosera](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [1995](#)

Autor(en)/Author(s): Vossel Elke, Aßmann [Assmann] Thorsten

Artikel/Article: [Die Chilopoden, Diplopoden und Carabiden unterschiedlich genutzter Waldflächen bei Bentheim \(Südwest-Niedersachsen\): Vergleich eines Wirtschaftshochwaldes mit zwei ehemaligen Hudeflächen 127-143](#)